

## Víztöltetes falakkal szerelt ház

### House with Water Walls

#### Case construite cu panouri umplute cu apă

Dr. KONTRA Jenő, Dr. MAGYAR Zoltán, Dr. VÁRFALVI János, GUTAI Mátyás

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Építészmérnöki Kar  
Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék  
[www egt.bme.hu](http://www egt.bme.hu)

#### ABSTRACT

*One of these attempts started from the Budapest University of Technology and Economics, Faculty of Architecture as an experiment leading to a specific construction technology. Experiments with prefabricated non-silicate-based assembled metal frames – like elements of car chassis – were carried out. They can be organized into modular buildings that can be quickly assembled on site. The first test water house has been built and completed in Kecskemét.*

#### ÖSSZEFOGLALÓ

*A kutatás a BME Építészmérnöki Karán egy különleges szerkezeti technológia vizsgálatával kezdődött. A vizsgálatot és a méréseket előregyártott nem szilikát alapanyagú összeszerelt fémkereteken végeztük el. E moduláris szerkezet gyorsan és hatékonyan összeállítható a helyszínen. Az első vízház prototípust Kecskeméten szerkesztettük és állítottuk össze.*

A BME Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszéke és a Tokiói Egyetem kijelölt tanszékén, a YASHIRO Laboratórium munkatársai 2015-ben kutatási szerződést kötöttek egy újfajta épület modell megalkotására. A kutatás előzménye volt, hogy Gutai Mátyás építész, a BME volt hallgatója megalkotta az első, vízzel töltött üvegfal-panellel összeállított ún. vízház-koncepciót. Magyarországon már 2013-ban összeállította az első vízházat, amit Kecskeméten összeraktak. Ez a folyadékkal töltött, kettős üvegezésű panel egy egyedülálló próbálkozás, amelynek célja, hogy egy későbbi sorozatgyártással olyan épületszerkezeti rendszer jöjjön létre, ahol hőszigetelés nélkül, egy sajátos energiaháztartással üzemeltethető külső falszerkezetben vízáramlással biztosítható a megkívánt belső klíma. Amíg a hagyományos épületeknél télen fűtéssel energia bevitel, nyáron hűtéssel szintén energia ráfordítást jelent költségeket, addig ebben az épületben a hőháztartás másképpen működik. Nyáron, a főleg napsugárzásból eredő hőtöbbletet a falban áramló víz elnyeli és külső tárolóba szállítja. Télen ez a hő tér vissza az épületbe a tárolóból. A tároló lehet a talaj megadott mélységében lévő geotermális tároló is. Ennek mélysége az adott helyen lévő geotermális gradiensnek megfelelő mélység. Itt jelentős különbség van a magyarországi és a japán – adott fűszigeteken lévő – geotermális adottságok között. A legnagyobb geotermális gradiens Kiusu szigetén van. Itt újdonság, hogy nem a hagyományos fal hőszigetelésekben kell gondolkodni, hanem egy szerelt, előregyártott panel rendszer összerakása adja az építési technológiát, az összeszerelést.

#### A FOLYADÉKPANEL MŰKÖDÉSÉNEK ELMÉLETI ALAPJAI ÉS GYAKORLATI MEGVALÓSÍTÁSA

Az épület beépített tömegeinek, illetve abból számítható időállandónak jelentős szerepe van a belső terek épületfizikai működésében. Ilyenek pl. az alábbiakban említett esetek.

A belső térben keletkező hőnyereségek az időállandótól függően:

- szakaszos fűtési üzem megtakarítása elsősorban a tér időállandójától függ,
- a belső terekben keletkező hőmérsékletlengések mértékét a tér hő-stabilitása határozza meg, amely a beépített tömegektől függ,

- a külső térből érkező hőmérséklet-hullám csillapodása a szerkezet hőinercia mutatójával hozható kapcsolatba, amely tömegfüggő,
- a ritkán fűtött helyiségek fűtési teljesítménye is inkább függ a tömegek felfűtéséhez szükséges hőteljesítménytől, mint a „klasszikus” transzmissziós hőáramtól.

Amennyiben az üvegszerkezetek tömegét szeretnénk növelni, pontosabban csak vízértékét (a tömeg és fajhő szorzatát), akkor olyan folyadékkal kell megölteni, amely

- átlátszó,
- nagy a fajhője,
- kevés oldott só-tartalmaz,
- nem algásodik.

Ilyen követelményeknek megfelel a víz. Az üvegszerkezetek felépítéséből adódik a két üvegréteg közötti légtér feltöltésének a lehetősége.

Az így kialakított szerkezet hőkapacitása jelentősen megnő, azonban a hőszigetelési teljesítményét a víz miatt elveszítette. Ezen változás kompenzálására nyilván egy újabb üvegréteget kell a rendszerbe építeni, amely hagyományos módon (Lowe bevonattal) látja el a hőszigetelés funkciót.

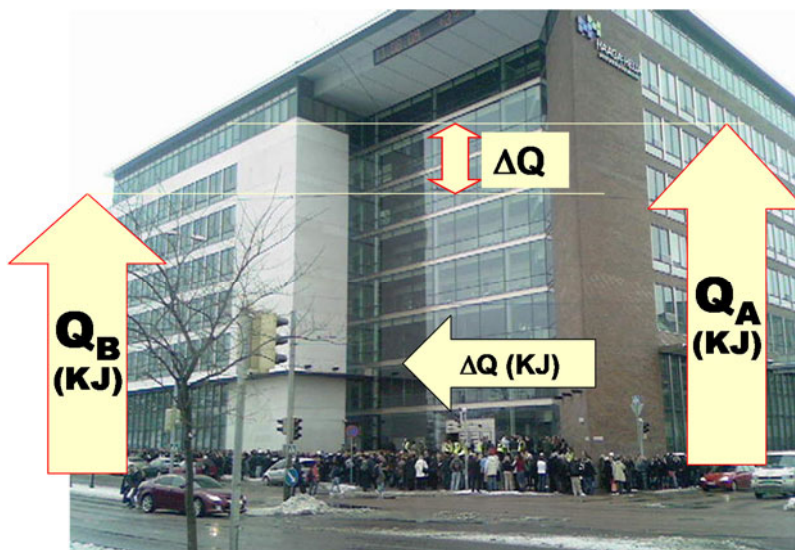
Amennyiben az így kialakított különböző tájolású szerkezetek folyadékáramát egymással összekötve a szivattyúzással megteremtjük az egyes szerkezetek közötti tömegcserét, az egyes szerkezeti rendszerek hőtartalmának kiegyenlítése végezhető el.

Természetesen a vízház „alapgondolata” kiegészíthető, pl:

- nemcsak a falakban, hanem a födémekben (padlásban) is lehet folyadékot áramoltatni,
- nem szükséges teljesen az üveg-szerkezetekből az épületet összeállítani, lehetnek tömör határoló-szerkezetei is, amelyek összekapcsolása a folyadék tömegét, a mindenkori építési funkcionális szempontok határozzák meg,
- az épület szerkezeti vízrendszere más vízrendszerekkel (tárolókkal) is összekapcsolható,
- a szerkezeti vízrendszer más hőtartalmú rendszerekkel (pl. talaj) is kapcsolatba hozható. Ezzel az alaprendszer mind hőérzeti, mind energetikai vonatkozásban működését tekintve kiterjeszthető.

A „vízház” gyakorlati megvalósítása mind építészeti, mind szerkezeti, illetve épületfizikai vonatkozásban számos kérdéskör tisztázását, kidolgozását követeli meg. Tekintettel arra, hogy nincsenek gyakorlati tapasztalatok, valamennyi feladatot célszerű az egyszerű kísérleteken keresztül kidolgozni.

A vízház egyik „energetikai gondolata” az 1. ábrán látható épületen van megjelenítve. Az ábrán látható, hogy a különböző homlokzatok mögött lévő terekben, illetve azokat körülvevő tömegekben különböző hőtartalommal rendelkeznek. A kiegyenlítés céljából a folyadék mozgását kell elvégezni.



1. ábra

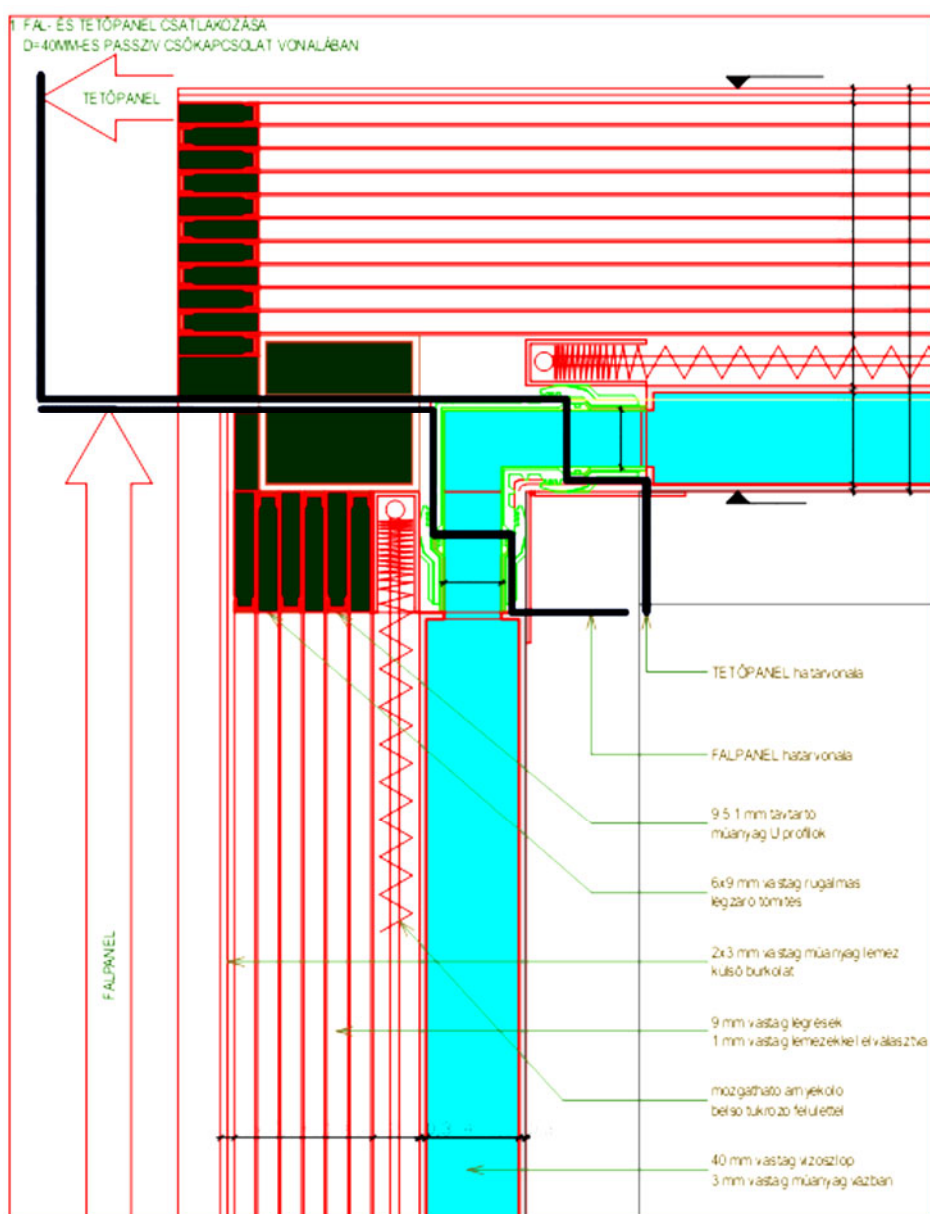
*Vízház energetikai összefüggése*

Az első panel alapkoncepcióját mutatja a 2. ábra, ezen koncepció látványtervét az 3. ábra tartalmazza.



2. ábra

*A hidraulikai méretezés menete*



3. ábra

*Kialakítási módok*

A panel elem épületfizikai értékelésének eredményei az alábbiak szerint foglalhatók össze:

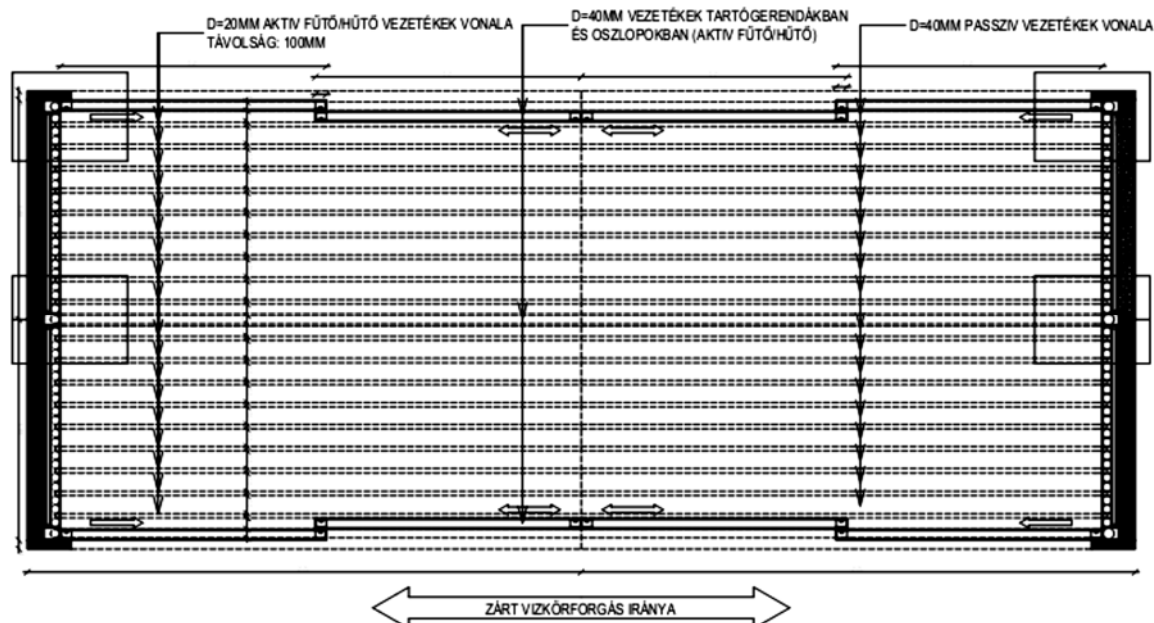
- nagyon bonyolult előállítani, a fizikai teljesítmény-jellemzők biztosításának nagy a kockázata,
- a hőszigetelő-réteg nagy lemez-száma jelentősen korlátozza a napsugárzás áteresztését,
- az áramlási vezetékek csatlakoztatásának nagy száma hibaforrásként jelenik meg.

Az alapkoncepciónak megfelelően a panel-elem két funkciója a hidraulikai víztér, illetve a hőszigetelés plexi lapokból van kialakítva. A hőszigetelési funkció úgy áll elő, hogy több alappal párhuzamos légréteg van kialakítva. A hidraulikai panelrész alsó és felső részén erőcsatlakozásokkal van ellátva.

A panel-elemmel kapcsolatosan két alapvető fizikai jellemző meghatározása szükséges.

- A panel-elem áramlási ellenállása.
- A panel-elem napsugárzást áteresztő képessége.

Az áramlástani vizsgálatok vázlata a 4. ábrán látható – áramlástani vizsgálat.



4. ábra  
Határoló felület

Az áramlási szakasz alatt az alábbi elemek áramlási kapcsolata értendő:

- belső csonk,
- panel belső tere,
- kilépő csonk.

A kilépő és belépő csonkok szerkezetiileg megegyeznek, csupán az áramlási iránytól függően nevezhető az egyik be-, a más kilépő-csonknak.

A be- és kilépő csonkokon ütközési ellenállások alakulnak ki, míg a panel belső terében a súrlódási ellenállások a jellemzők.

A belépő és kilépő csonkok közt kialakuló nyomás-esés az alábbi összefüggéssel írható le:

$$\Delta p_{B-K} = \xi_{BE} \cdot \rho \frac{w_{BE}^2}{2} + \lambda_p \frac{l_p}{d_{EP}} \cdot \rho \frac{w_p^2}{2} + \xi_{KI} \cdot g \frac{w_{KI}^2}{2}$$

Ahol

- $\xi_{BE}$  ütközési ellenállás-tényező a belépő csonkon
- $\xi_{KI}$  ütközési ellenállás-tényező a kilépő csonkon
- $w_{BE}$  sebesség a belépő csonkon
- $w_{KI}$  sebesség a kilépő csonkon
- $\lambda_p$  a panel súrlódási tényezője
- $l_p$  a panel hossza
- $d_{EP}$  a panel egyenértékű átmérője
- $\rho$  a víz sűrűsége

Tekintettel arra, hogy a panel sűrűlódási tényezője kicsi, továbbá a panel nagy áramlási keresztmetszete miatt a kialakult áramlási sebesség kicsi, a panel sűrűlódási ellenállása nem lesz domináns. A szimmetrikus viszonyok miatt a belépési és kilépési ellenállások értékei jó közelítéssel azonosak.

A fentieket mérlegelve, a panel áramlási ellenállását célszerűnek látszik egy olyan eredő ütközési ellenállással kifejezni, amely a fentiekben említett három ellenállás részt együttesen tartalmazza.

Az alábbi összefüggés ezt a célt fejezi ki:

$$\Delta p_{B-K} = \xi_{ER} \cdot \rho \frac{w_{BE}^2}{2}$$

Ahol a még ismeretlen jellemző:

$\xi_{ER}$  ütközési ellenállás tényező a be- és kilépő csomópontok között

A mérési eredmények feldolgozása után „ $\Delta p$ ” nyomásvesztés és a csomópontok „ $n$ ” száma között összefüggés határozható meg.

Megállapítható, hogy a csomópontok számának növelésével a panel-ellenállása jelentősen csökken, ezért a csomópontok kiosztása, illetve méretének meghatározása egyik lényeges elem lesz a „vízház” áramlástan mértezésénél.

A sugárzástechikai mérések során mind a hőszigetelő, mind a hidraulikai panel-rész napsugárzás átteresztésének vizsgálatára sor került.

Az egyes paraméterek meghatározása a következő:

### Az „I” meghatározása:

A „támadó” sugárterhelés meghatározása: a minta előtt elhelyezett sugárzásmérővel.

### A „ $q_s$ ” meghatározása

A minta felületéről a belső tér irányába kialakuló másodlagos hőátadás, amely az alábbi összefüggéssel számítható:

$$q_s = \alpha_i (t_f - t_i)$$

Ahol:

$\alpha_i$  a belső oldali hőátadási tényező  
 $t_f$  a minta belső felületi hőmérséklete  
 $t_i$  a belső hőmérséklet

### A vizsgálatok során az alábbi eredmények születtek:

A hőszigetelő elem napsugárzás átteresztése:  $g = 0,594$   
A hidraulikai elem napsugárzás átteresztése:  $g = 0,819$   
A panel teljes napsugárzás átteresztése:  $g = 0,503$

### A modell-pavilon üzemi tapasztalatai

Az áramlástan csatlakozások kialakítása bonyolult és nehéz. A csatlakozások viszonylag nagy száma a meghibásodások kockázatát növelik

- A rendszer légtelenítése nagyon nehéz, amelyből következtetni lehet a rendszer egyes zónáinak üzem közbeni levegősödésére, amely a rendszer működését alapvetően megváltoztathatja.
- Az üvegfelületek közötti víz a fémrészek oxidációja miatt elszíneződik, így lényegesen megváltozik a fény- és hőáteresztő képessége.
- Az üvegfelületek között jelentős nyomások alakulnak ki (üvegrepedések).
- A belső hőmérsékletek az elvárásoknak megfelelően alakulnak. A belső hőmérséklet a hűtővíz hőmérséklete felett jelentősen, 1-2 Kelvinnel eltér.

### IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- Z. Magyar: Building physics of a prototype water house 48. International Congress and Exhibition on Heating Belgrad 2017. 12. 6-8.  
Kontra J.: Kísérleti vízház épületfizikája Magyar Épületgépészet 2017. Bp.  
Gotai Mátyás: „Meet the man who builds houses with Water” CNN.  
Gutai M.: „Kasohsiung National Arena” Metszet Bp. 2016/2.